

SU 1118900

OCT 1984

Rock

LEEG ★ S03 85-114796/19 ★ SU 1118-900-A  
 Determination of filtration coefft. of soil - by placing pore  
 pressure sensor in soil before compression

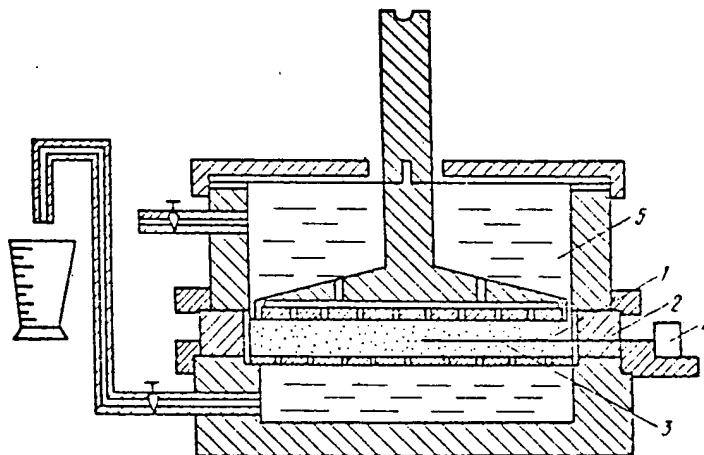
LENGD ENG CONS INST(VEDH) 19.08.83-SU-636046

(15.10.84) G01n-15/08

19.08.83 as 636046 (1503RB)

The test sample of soil (1) is placed in the central cell (2), the pore pressure needle sensor (3) is passed into the soil and the test sample of soil is preliminarily compressed. After deformation of the test sample has been stabilised for each degree of loading, the coefft. of filtration is determined. The upper cell (5) is filled with water and hydrostatic pressure is applied through it.

Simultaneously, the pore pressure is continually measured by



the sensor and recorded on a self-recorder. A graph is drawn, of the pore pressure of the sample against time, after preliminarily compressing the sample under a determined loading. The coefft. of filtration for the test sample is calculated by formula, using values taken from different sections of the graph.

USE - Determination of the physical-mechanical properties of soil, during construction of roads and airfield runways.  
 Bul.38/15.10.84 (5pp Dwg.No.1/2)

N85-086081

S3-E14E S3-F6B

© 1985 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1118900** **A**

3 (5D) G 01 N 15/08

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3636046/18-25

(22) 19.08.83

(46) 15.10.84. Бюл. № 38

(72) А.В.Голли, О.Р.Голли,

Б.И.Далматов и О.А.Шулятьев

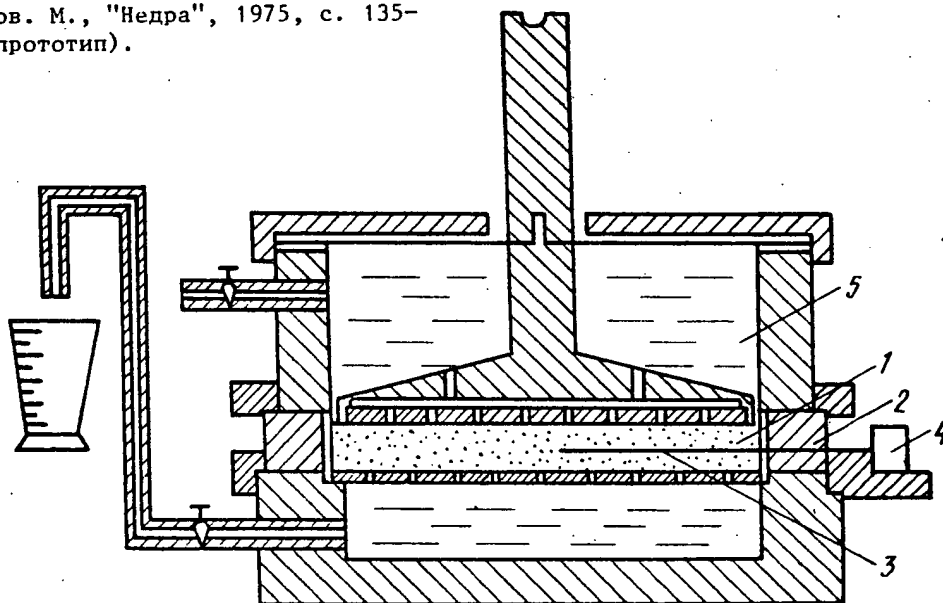
(71) Ленинградский ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительный институт и Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. В.Е.Веденеева

(53) 539.217(088.8)

(56) 1. Бульчев В.Г. Механика дисперсных грунтов. М., "Недра", 1974, с.63.

2. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. М., "Недра", 1975, с. 135-137 (прототип).

(54) (57) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА, заключающийся в приложении к образцу грунта гидростатического давления, отличающийся тем, что, с целью сокращения времени определения, перед приложением гидростатического давления в образце грунта размещают иглу датчика порового давления, и одновременно с приложением гидростатического давления регистрируют зависимость порового давления от времени, используя которую рассчитывают коэффициент фильтрации.



Фиг.1

08 **SU** (11) **1118900** **A**

Изобретение относится к фундамен-  
тостроению, в частности к способам  
определения физико-механических  
свойств грунта, и может быть исполь-  
зовано при строительстве дорог и аэро-  
дромных покрытий.

Известен способ определения коэф-  
фициента фильтрации при действии па-  
дающего напора, заключающийся в том,  
что образец грунта подвергается дей-  
ствию падающего напора за счет прило-  
жения гидростатического давления  
сверху образца, который вызывает  
процесс фильтрации жидкости через об-  
разец. Отфильтрованная жидкость от-  
водится в мерный сосуд. Определяется  
момент начала установившегося процес-  
са фильтрации, т.е. стабилизации ско-  
рости фильтрации. Затем по величине  
действующего напора, скорости филь-  
рации, высоте и площади поперечного  
сечения образца определяется коэф-  
фициент фильтрации [1].

Недостатки способа - его длитель-  
ность, а также непостоянство напора.

Наиболее близким техническим ре-  
шением к предлагаемому является спо-  
соб определения коэффициента фильтра-  
ции грунта, заключающийся в приложе-  
нии к образцу грунта гидростатичес-  
кого давления. Перепад давления на  
образце поддерживают постоянным. Пос-  
ле достижения стабилизации скорости  
фильтрации измеряют расход жидкости,  
на основании которого рассчитывают  
коэффициент фильтрации [2].

Недостаток известного способа -  
длительность измерений, обусловлен-  
ная необходимостью достижения стадио-  
нарного режима фильтрации. Длитель-  
ная фильтрация может приводить также  
к испарению профильтровавшейся жид-  
кости из мерного сосуда и к возмож-  
ным механической и химической суффо-  
зиям грунта, что снижает точность  
определения.

Целью изобретения является сокра-  
щение времени определения.

Поставленная цель достигается тем,  
что согласно способу определения  
коэффициента фильтрации грунта, зак-  
лючающемуся в приложении к образцу  
грунта гидростатического давления,  
перед приложением гидростатического  
давления в образце грунта размещают  
иглу датчика порового давления и од-  
новременно с приложением гидростати-  
ческого давления регистрируют зави-  
симость порового давления от времени,

используя которую рассчитывают коэф-  
фициент фильтрации.

При действии напора за счет прило-  
жения гидростатического давления воз-  
никает фильтрация и повышается давле-  
ние в поровой воде, а следовательно,  
сжимается газ, обычно присутствующий  
в грунте.

Сжатие газа происходит по зако-  
ну Клапейрона-Менделеева. Полагая  
неизменяемость в процессе фильтрации  
за время  $\Delta t$  объема поры грунта, полу-  
чаем, что изменение объема газа  
( $\Delta V_g$ ) равно изменению объема воды  
в данной поре ( $\Delta V_w$ ):

$$\Delta V_g = \Delta V_w \quad (1)$$

Таким образом, исследуя скорость  
изменения порового давления во вре-  
мени, можно определить скорость из-  
менения объема воды.

Из закона Клапейрона-Менделеева  
получаем:

$$\frac{V_{gH} P_{gH}}{T_H} = \frac{V_{g1} P_{g1}}{T_1} = \frac{V_{g2} P_{g2}}{T_2},$$

где  $V_{gH}$ ,  $V_{g1}$ ,  $V_{g2}$  - начальный и после-  
дующие объемы газа;  
 $P_{gH}$ ,  $P_{g1}$ ,  $P_{g2}$  - начальное и после-  
дующие давления  
газа;  
 $T_H$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  - начальная и последу-  
ющие температуры газа.

Принимая  $T_H = T_1 = T_2$  (процесс изо-  
термический), получим, что объем га-  
за  $V_{g1}$  при давлении в газе  $P_{g1}$  равен:

$$V_{g1} = \frac{P_{gH} \cdot V_{gH}}{P_{g1}} \quad (1)$$

Аналогично

$$V_{g2} = \frac{P_{gH} \cdot V_{gH}}{P_{g2}}$$

Следовательно, изменение объема  
газа  $\Delta V_g$  за время  $\Delta t$  равно:

$$\Delta V_g = V_{g1} - V_{g2} = \frac{V_{gH} \cdot P_{gH} (P_{g2} - P_{g1})}{P_{g1} P_{g2}} \quad (2)$$

С другой стороны, объем  $V_{w1}$  воды,  
профильтровавшейся в элементарный  
слой (в котором производится измере-  
ние порового давления) за время  $\Delta t$   
равен, согласно закону Дарси:

$$V_{w1} = K_f \Delta t F \frac{\Delta P_1}{\Delta Z_1 \rho_w g}, \quad (3)$$

где  $V_{w1}$  - объем воды, профильтровав-  
шейся в рассматриваемый  
элементарный слой;

3  
 $\Delta t$  - время, за которое произошла фильтрация объема воды в рассматриваемый элементарный слой;

4  
 $F$  - площадь поперечного сечения образца, через который происходит процесс фильтрации;

5  
 где  $P_{\text{верх}}$  - действующее гидростатическое давление сверху образца грунта;

6  
 $P_{\text{ср}}$  - среднее значение порового давления в рассматриваемой элементарной слое грунта за промежуток времени  $\Delta t$ ;

7  
 $Z_1$  - расстояние от верхней точки образца до входного отверстия иглы датчика порового давления;

8  
 $\rho_b$  - плотность воды;

9  
 $g$  - ускорение свободного падения;

10  
 $K_f$  - коэффициент фильтрации.

11  
 Наряду с фильтрацией воды в элементарный исследуемый слой грунта происходит и инфильтрация воды из него.

12  
 Объем воды, инфильтрованной из данного слоя, равен:

$$V_{B2} = K_f \Delta t F \frac{\Delta P_2}{Z_2 \rho_b g} \quad (4)$$

13  
 где  $\Delta t$  - время, за которое произошла инфильтрация воды объема

14  
 $V_{B2}$  из рассматриваемого слоя;  $P_{\text{нижн}}$  - гидростатическое давление в нижней точке образца;

15  
 $Z_2$  - расстояние от низа образца грунта до входного отверстия иглы датчика порового давления.

16  
 Таким образом, изменение объема воды равно:

$$\Delta V_B = V_{B1} - V_{B2} = K_f \Delta t F \left( \frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right) \quad (5)$$

17  
 Сопоставляя выражения (1), (2), (4), получим:

$$\frac{V_{гн} P_{гн} (P_{г2} - P_{г1})}{P_{г1} P_{г2}} = K_f \Delta t F \left( \frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right) \frac{1}{\rho_b g} \quad (6)$$

или

$$K_f = \frac{P_{гн} V_{гн} (P_{г2} - P_{г1}) \rho_b g}{P_{г1} P_{г2} \Delta t F \left( \frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right)}$$

1118900

4  
 Начальное давление газа вычисляется по уравнению Лапласа:

$$P_{гг} = P_{ат} + P_w - P_{н.п.} + \frac{2\alpha}{R_0}$$

5  
 где  $P_{ат}$  - атмосферное давление;

6  
 $P_{н.п.}$  - давление насыщенного пара;

7  
 $P_w$  - избыточное давление в поровой воде;

8  
 $\frac{2\alpha}{R_0}$  - поверхностное натяжение воды. Оценки показывают, что величина

9  
 $P_{н.п.}$  и  $\frac{2\alpha}{R_0}$  можно пренебречь. Тогда изменение давления газа равно изменению

10  
 давления в поровой воде ( $\Delta P_g = \Delta P_w$ ). Обозначим отношение начального объема газа к начальному объему всего образца грунта через  $S$  (относительный начальный объем газа в образце грунта), т.е.

$$S = \frac{V_{гн}}{V_{н.обр}}$$

11  
 Начальный объем образца грунта равен:

$$V_{н.обр} = Fh$$

12  
 где  $F$  - площадь поперечного сечения образца грунта;

13  
 $h$  - высота образца грунта. Следовательно,

$$K_f = \frac{\Delta P_h S P_{гн} \rho_b g}{\Delta t P_1 P_2 \left( \frac{\Delta P_1}{Z_1} - \frac{\Delta P_2}{Z_2} \right)} \quad (6)$$

14  
 Таким образом, по скорости изменения порового давления по формуле (6) определяют коэффициент фильтрации.

15  
 В таблице представлены результаты определения коэффициента фильтрации.

16  
 На фиг. 1 схематически представлено устройство, реализующее предлагаемый способ; на фиг. 2 - зависимость изменения порового давления во времени.

17  
 П р и м е р. Проводилось определение коэффициента фильтрации водонасыщенного глинистого грунта, имеющего следующие характеристики:

Влажность $W$	0,34
Удельная вес $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	17,3
Коэффициент пористости $e$	0,96
Степень водонасыщения $G$	0,945

Начальный относитель-  
ный объем газа  $S$  0,026  
Высота образца  $h$ , см 3,5  
Площадь поперечного  
сечения образца  $F$ , см<sup>2</sup> 150  
Плотность воды  $\rho_b$ ,  
кг/см<sup>3</sup>  $10^3$

Игла внедрена так, что ее входное  
отверстие находится на расстоянии  
 $Z_1 = 2,1$  см от верха образца и  
 $Z_2 = 1,4$  см от низа образца.

Определение коэффициента фильтра-  
ции проводилось на гидрокомпрессион-  
ном приборе, изображенном на фиг. 1.  
Сразу после установки исследуемого  
образца грунта 1 в среднюю камеру 2  
в него внедрялась игла 3 датчика по-  
рового давления 4 и производились ком-  
прессионные испытания образца грунта.  
После стабилизации деформации грунта 20  
от каждой ступени нагрузки произво-  
дилось определение коэффициента филь-  
рации как предлагаемым, так и извест-  
ным способами. Для этого в верхнюю  
камеру 5, предварительно заполненную  
водой, подавалось гидростатическое  
давление. Одновременно с этим непре-

рывно определялось поровое давление.  
Запись значений порового давления,  
определяемого с помощью датчика поро-  
вого давления, осуществлялась само-  
писцем. Одна из полученных кривых  
изменения порового давления  $P$  во вре-  
мени  $t$  после предварительного уплот-  
нения образца грунта под поршневой  
нагрузкой 0,12 МПа и при приложении  
к образцу сверху гидростатического  
давления 0,02 МПа представлена на  
фиг. 2.

По полученной кривой, используя  
формулу (6), было определено пять  
значений коэффициента фильтрации для  
различных участков кривой. Значения  
порового давления и определенный по  
ним коэффициент фильтрации приведе-  
ны в таблице.

За первый расчетный промежуток  
времени  $\Delta t = 1$  мин произошло измене-  
ние порового давления с  $P_1 = 0,1025$  МПа  
до  $P_2 = 0,1036$  МПа, т.е.  $\Delta P =$   
0,0011 МПа,  $P_f = 0,1031$  МПа (см.  
табл. и фиг. 2).

Таким образом,  $K_f$  согласно фор-  
муле (6) равен:

$$K_f = \frac{0,0011 \cdot 0,026 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{1,60 \cdot 0,1025 \cdot 0,1036 \left( \frac{0,12 - 0,1030}{2,1} \right) - \frac{0,103}{1,4}} = 2,8 \cdot 10^{-9} \text{ (м/сек)},$$

Аналогичным образом находятся ос-  
тальные значения  $K_f$ . По полученным  
пяти значениям  $K_f$  находится его сред-  
неарифметическое значение.

Таким образом, для определения  
коэффициента фильтрации предложенным  
способом потребовалось 7,5 мин.

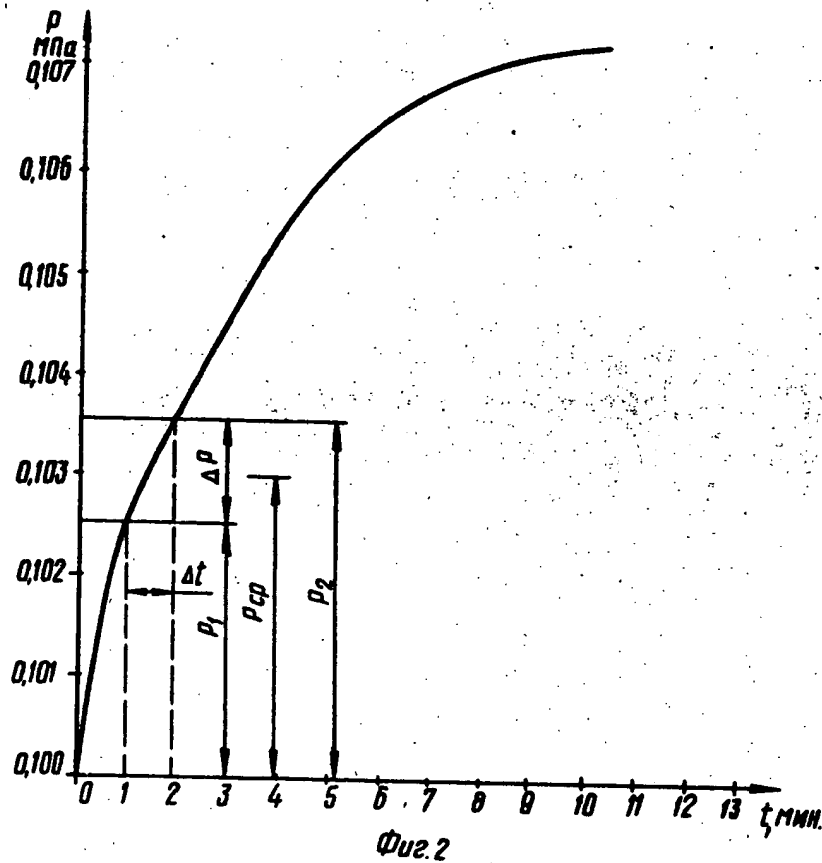
После стабилизации процесса филь-  
рации, что было зафиксировано через  
12 ч, были проведены контрольные заме-  
ры расходы воды и определен  $K_f$  спосо-  
бом-прототипом, значение которого

соответствовало значению, полученную  
предлагаемым способом, однако время  
определения возросло более чем в  
100 раз.

Необходимо отметить, что для при-  
менения предлагаемого способа не тре-  
буется изготовления специального обо-  
рудования. Способ можно применять  
при проведении испытаний в любом  
фильтрационном или гидрокомпрессион-  
ном приборе, имеющем датчик порового  
давления.

Время $t$ от момента приложения гидростати- ческого дав- ления, мин	Значение порового давления в момент времени $t$ , МПа	Промежуток времени $\Delta t$ , мин	Изменение порового давления $\Delta P$ , МПа	Среднее значение порового давления $P_{ср}$ , МПа	Коэффициент фильтрации $K_f$ , $10^{-9}$ м/сек	Среднее значение $K_f$ , $10^{-9}$ м/сек
1	2	3	4	5	6	7
1,0	0,1025	1,0	0,0011	0,1031	2,8	
2,0	0,1036	1,0	0,0010	0,1041	3,3	3,3 ± 0,5
3,0	0,1046	1,0	0,0009	0,1051	3,8	
4,0	0,1055	1,0	0,0006	0,1058	3,5	

7		1118900			8	
Продолжение таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
5,0	0,1061	2,5	0,0009	0,1066	3,2	
7,5	0,1070					



Составитель А. Кошечев  
 Редактор М. Циткина Техред Т. Фанта Корректор М. Максимович

Заказ 7443/30 Тираж 822 Подписное  
 ВНИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**